

Catalysts and reducing agent injection system preventing emission of nitrogen oxide(s) from lean burning diesel engine

Patent number: DE4440833
Publication date: 1996-02-08
Inventor: SCHENKERMAYR GUENTER (AT); EICHLSEDER HELMUT DR (AT)
Applicant: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (DE)
Classification:
- **international:** B01D53/94; F01N3/20; F01N9/00; F01N7/02; F02B3/06;
B01D53/94; F01N3/20; F01N9/00; F01N7/00; F02B3/00;
(IPC1-7): F01N3/10; B01D53/94; B01D131/10;
B01D141/00
- **european:** B01D53/94F2; B01D53/94F2D; B01D53/94K2;
B01D53/94K2D; B01D53/94Y; F01N3/20D; F01N9/00
Application number: DE19944440833 19941115
Priority number(s): DE19944440833 19941115

Report a data error here**Abstract of DE4440833**

The exhaust gases from an engine, esp. a diesel engine, have a residual oxygen content. A dosing device first injects a reducing agent. The gases proceed to catalysts, spaced out in the exhaust flow direction. These have temperature dependent conversion abilities. Oxidising and reducing catalysts (3,4), suitable for strongly varying exhaust gas entrance temperatures (T3,T4) are used. Dosing devices (5,6) are allocated to them, having varied construction and volumetric flow-rates, and independent control. A catalyst for high flow-rate (3), of the start-up variety, is located near to the combustion chambers. To reduce NOx emissions from lean burning diesel engines, optimising over the entire working range of the engine. The system improves on prior art by providing optimal destruction of the polluting compounds, for each point on the load curve, and also accommodates to the changing temperatures of warm-up. Separate injection before each catalyst optimises the conversion along the path of the exhaust gas flow. Injection into the combustion chamber has the advantage that the reducing agent (fuel) is well mixed and vapourised, and commences reaction early, arriving in the ideal state at the catalyst. The fuel injectors conveniently double as the reducing agent injectors.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 44 40 833 A 1

(51) Int. Cl.⁶:
F01 N 3/10
B 01 D 53/94
// B01D 131:10,
141:00

(21) Aktenzeichen: P 44 40 833.1
(22) Anmeldetag: 15. 11. 94
(43) Offenlegungstag: 8. 2. 96

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

(71) Anmelder:
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

(72) Erfinder:
Schenkermayr, Günter, St. Peter, AT; Eichseder, Helmut, Dr., Steyr, AT

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Katalysator-Anordnung zur Reduktion von Stickoxiden in sauerstoffhaltigen Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselmotor

(57) Für eine Katalysator-Anordnung zur Reduktion von Stickoxiden in sauerstoffhaltigen Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselmotor, wird zur Erzielung einer hohen System-Dynamik für eine optimale Schadstoffumsetzung vorgeschlagen, daß entsprechend relativ stark unterschiedlichen Abgaseintrittstemperaturen beabstandet angeordneten, oxidiierenden und reduzierenden Katalysatoren von verschiedenartigem Aufbau und unterschiedlichen Raumgeschwindigkeiten voneinander unabhängig einsteuerbare Dosiereinrichtungen zugeordnet sind und daß der eine relativ hohe Raumgeschwindigkeit aufweisende Katalysator nach Art eines Start-Katalysators brennraumnah angeordnet ist.

DE 44 40 833 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 95 508 066/361

7/28

DE 44 40 833 A 1

Beschreibung

Die Erfindung geht nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 von der DE-A 36 42 018 aus.

Gegenstand der gattungsbildenden Schrift ist eine Katalysator-Anordnung für die Abgase von Diesel- oder Otto-Motoren, die mit magerem Kraftstoff-Luft-Gemischen betrieben sind. Diese bekannte Anordnung umfaßt zur Stickoxid-Reduktion mit Hilfe eines in das sauerstoffhaltige Abgas eingedüsten Reduktionsmittels einen motornah angeordneten, zeolith-haltigen Katalysator, dem in Abgasströmungsrichtung beabstandet ein Oxidations-Katalysator nachgeordnet ist. In dieser Anordnung werden die unterschiedlichen Funktionen der Reduktion und der Oxidation der Abgasschadstoffe mittels in Reihe geschalteter Katalysatoren von unterschiedlichem Aufbau bewirkt. Nachteilig hierbei ist durch die abstandsbedingt temperaturabhängigen Konvertierungsgrade beider unterschiedlicher Katalysatoren ein unzureichender Gesamt-Konvertierungsgrad, insbesondere bei lastbedingt niedrigen Abgastemperaturen.

Bei einem Abgas-Katalysator für Brennkraftmaschinen bestimmt sich die Güte seines temperaturabhängigen Konvertierungsgrades wesentlich durch frühes Erreichen seiner Anspringtemperatur sowie einer Temperaturkonstanz des Abgases oberhalb dieser Anspringtemperatur. Beide Umstände verändern sich bekanntlich mit zunehmendem Abstand eines Katalysators von der Brennkraftmaschine nachteilig, der temperaturabhängige Konvertierungsgrad ist somit auch abstandsbedingt.

Zur Erzielung eines günstigen Gesamt-Konvertierungsgrades über dem gesamten Lastbereich einer Brennkraftmaschine ist es bekannt, — z. B. in der DE-C 32 13 429 dargestellt —, eine Katalysator-Anordnung mit zwei in Strömungsrichtung beabstandeten Katalysatoren vorzusehen, umfassend einen ersten, brennraumnah angeordneten, klein dimensionierten und im wesentlichen oxidierenden Start-Katalysator und einen zweiten, brennraumfern angeordneten, groß dimensionierten und zumindest reduzierenden Katalysator. Erreicht ist damit einerseits ein bereits beim Warmlauf der Brennkraftmaschine anspringender Start-Katalysator und ein andererseits bei hoher Maschinenlast durch größere Entfernung und Dimensionierung vor Überhitzung geschützter zweiter Katalysator. Auch hierbei ist der Nachteil eines unzureichenden Gesamt-Konvertierungsgrades aufgrund der abstandsbedingt temperaturabhängigen Konvertierungsgrade in bestimmten mittleren Lastbereichen nicht auszuschließen.

Des weiteren ist aus der DE-A 37 35 151 sowohl ein reduzierend als auch oxidierend wirkender Einzelkatalysator bekannt.

Der Erfahrung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Katalysator-Anordnung derart zu verbessern, daß durch eine System-Dynamik eine optimale Schadstoff-Umsetzung für jeden Lastpunkt der Brennkraftmaschine erzielt ist.

Diese Aufgabe ist mit dem Patentanspruch 1 gelöst. Der Grundgedanke der erfundungsgemäßen Katalysator-Anordnung ist, zu einem brennraumnahen zumindest einen erheblich brennraumfernen Katalysator vorzusehen mit jeweils entsprechend dem gewählten Ort in der Abgasanlage bestmöglich angepaßter Kat-Technik, wobei jeweils stromauf der von der Brennkraftmaschine abstandsbedingt mit ungleichen Temperaturen wirksamen Katalysatoren angeordnete Dosiereinrichtungen

zur Optimierung der Abgas-Schadstoff-Umsetzung in jedem Katalysator voneinander unabhängig gesteuert jedem Katalysator eine entsprechend abgemessene Reduktionsmittelmenge zuführen.

Mit der Erfindung nach Anspruch 1 erzielbare Vorteile sind in Verbindung mit vorteilhaften Ausgestaltungen gemäß der Unteransprüche im folgenden aufgezeigt.

Bei einem Serienfahrzeug mit vorgegebenem Fahrprofil kann dessen Abgastemperaturbereich den wirk samen Temperaturfenstern der an verschiedenen Orten der Abgasanlage positionierten Katalysatoren für unterschiedliche Abgasniveaus angepaßt werden, wobei mit unterschiedlichen Temperaturabhängigkeiten der NO_x-Konversion eine wesentliche zusätzliche Aufweitung der wirksamen Betriebsbereiche der Katalysatoren erreicht wird.

Durch Einspritzung bzw. Eindosierung des Reduktionsmittels in das im Brennraum der Brennkraftmaschine zum Ausströmen anstehende Abgas ist eine verbesserte Aufbereitung des Reduktionsmittels durch Voroxidieren, Homogenisieren und Verdampfen bereits stromauf des brennraumnahen Katalysators erzielt, wodurch die Reaktionsbereitschaft der Kohlenwasserstoffe, beispielsweise eines eindosierten Kraftstoffes, mit den Stickoxiden im Katalysator erhöht wird. Auch setzt die Reaktionsbereitschaft bei deutlich tieferen Abgastemperaturen ein.

Weiter ermöglicht die voneinander unabhängige Eindosierung, daß die Funktionen der Kohlenwasserstoffe 30 Aufbereitung und der Stickoxid-Konvertierung durch individuelle Steuerung der Reduktionsmittelmengen für jeden Katalysator hinsichtlich Kohlenwasserstoff-Schlupf, Reduktionsmittelverbrauch und Stickoxid-Reduktion kennfeldspezifisch optimal einzustellen sind, 35 weiter ist in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine vorzugsweise zusätzlich betriebsparametergesteuerte Überdosierung eines stromauf vor deren Katalysators vorteilhaft, um die Abgastemperatur im Hinblick auf das Anspringverhalten eines strom- 40 ab hinteren Katalysators günstig zu beeinflussen.

Ferner vorteilhaft ist der zusätzlich erreichte Freiheitsgrad im Zielkonflikt der Temperaturbeständigkeit mit der Konversionswirkung durch die erfundungsgemäß mögliche Anpassung der Katalysator-Technik an die Betriebsbedingungen der Einbaustelle, z. B. brennraumnahe Katalysator auf Platin-Basis und brennraumferner, zeolithhaltiger Katalysator.

Mit einem erfundungsgemäß brennraumnah angeordneten und zwecks schneller Erwärmung sowie hoher Raumgeschwindigkeit relativ klein dimensionierten Katalysator mit Platin-Anteil ist die bei einer derartigen Stickoxid-Reduktion auftretende N₂O-Emission vorteilhaft reduziert, da die N₂O-Emission mit steigender Raumgeschwindigkeit abnimmt.

Aus dem Umstand, daß der im Fahrbetrieb am Katalysator auftretende Temperaturbereich im wesentlichen durch die räumliche Anordnung des Katalysators bestimmt ist, ergibt sich mit der erfundungsgemäßen Verwendung ungleich temperaturabhängiger Katalysatoren in Verbindung mit individueller Eindosierung des Reduktionsmittels der Vorteil, über den gesamten Kennfeldbereich der Brennkraftmaschine wirksam zu sein.

Zur Optimierung der Funktion eines Katalysators wird schließlich vorgeschlagen, die Abgastemperatur durch Verschiebung des Lastpunktes der Brennkraftmaschine entsprechend anzupassen. Dies kann beispielsweise durch getriebeseitige oder motorseitige

Maßnahmen erreicht sein.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Schemabildes beschrieben.

Eine Brennkraftmaschine 1, insbesondere ein Dieselmotor, umfaßt in ihrer Abgasanlage 2 eine Anordnung von Katalysatoren 3 und 4, die in Abgasströmungsrichtung beabstandet angeordnet sind. Den entsprechend relativ stark unterschiedlichen Abgaseintrittstemperaturen T_3 und T_4 beabstandet angeordneten, oxidierenden und reduzierenden Katalysatoren 3 und 4 von verschiedenartigem Aufbau bzw. verschiedenartiger Katalysator-Technik und unterschiedlichen Raumgeschwindigkeiten sind zur wirksamen Reduktion von Stickoxiden in sauerstoffhaltigen Abgasen einer mit Luftüberschub betriebenen Brennkraftmaschine 1 Dosiereinrichtungen 5, 6 für ein dem Abgas zuführbares Reduktionsmittel zugeordnet. Zur optimalen Reduktion der Stickoxide in den bei ungleichen Temperaturen wirksamen Katalysatoren 3 und 4 sind die Dosiereinrichtungen 5, 6 mittels einer Steuereinheit 7 voneinander unabhängig aktivierbar. Zusätzlich ist zur wirkungsvollen Stickoxid-Reduktion der eine relativ hohe Raumgeschwindigkeit durch vorzugsweise kleine Dimensionierung aufweisende Katalysator 3 nach Art eines Start-Katalysators brennraumnah in der Abgasanlage 2 angeordnet. Dieser Katalysator 3 ist beispielsweise bei einer mit einem Ab gasturbolader 8 ausgerüsteten Brennkraftmaschine 1 stromauf dieses Laders 8 brennraumnah vorgesehen.

Die oxidierend und reduzierend wirkenden Katalysatoren 3 und 4 weisen entsprechend den abstandsbedingt ungleichen Katalysator-Eingangs-Temperaturen einen verschiedenartigen Aufbau auf mit der Maßgabe, daß der brennraumnahe Katalysator 3 einen mindestens einem Platin-Katalysator entsprechenden temperaturabhängigen Konvertierungsgrad und daß der brennraumfern beabstandete Katalysator 4 einen etwa einem im wesentlichen im Platingehalt deutlich reduzierten bzw. platinfreien Katalysator entsprechenden temperaturabhängigen Konvertierungsgrad aufweist. In bevorzugter Ausgestaltung ist der brennraumnahe Katalysator 3 als ein Start-Katalysator mit platinhaltiger Beschichtung, vorzugsweise als Metall-Kat gewählt, wogegen der brennraumferne Katalysator 4 erfundungsgemäß zeolithhaltig gewählt ist.

Bei einer mit mageren Kraftstoff-Luft-Gemischen, also mit Luftüberschub arbeitenden Brennkraftmaschine 1 können die Stickoxide wegen des hohen Sauerstoffgehaltes im Abgas von den Katalysatoren 3 bzw. 4 kaum reduziert werden, weil die bei sauerstoffarmen Abgas zur katalytischen Reduktion der Stickoxide herangezogene, abgasseitige Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoff-Emissionen mit dem im Abgas reichlich vorhandenen freien Sauerstoff schneller oxidiert werden als mit im Stickoxid gebundenen Sauerstoff. Durch Zugabe von flüssigen oder gasförmigen Kohlenwasserstoffen mittels der Dosiereinrichtungen 5 bzw. 6 in das sauerstoffhaltige Abgas der Brennkraftmaschine 1 erfolgt in den Katalysatoren 3 bzw. 4 eine Teiloxidation der zugeführten Kohlenwasserstoffe und im Anschluß eine Reaktion dieser so entstandenen, erhöht NO_x-selektiv wirkenden Kohlenwasserstoff-Sauerstoff-Verbindungen mit den Stickoxiden im Abgas.

Zur Erzielung einer optimalen Stickoxid-Umsetzung bei Minimierung der Reduktionsmittelmengen sind die Dosiereinrichtungen 5 und 6 jeweils voneinander unabhängig kennfeldgesteuert. Hierfür sind in der Steuereinrichtung 7 gesonderte Kennfelder 11 abgelegt.

Bei instationärem Betrieb oder einem anderen Über-

gangszustand werden in die Steuereinrichtung 7 eingehende, jeweils relevante Betriebs-Parameter miteinander verknüpft für ein zusätzliches Steuersignal an die jeweilige Dosiereinrichtung 5 bzw. 6. Vorzugsweise ist 5 die dem brennraumnahen Katalysator 3 zugeordnete Dosiereinrichtung 5 zusätzlich für Überdosierungen ansteuerbar. Diese Überdosierung kann als vorbestimmter Reduktionsmittel-Schlupf bemessen sein, der im brennraumfernen, zeolith-haltigen Katalysator 4 durch 10 die katalytische Aufbereitung des Reduktionsmittels eine Umsetzung der Stickoxide bereits bei tieferen Abgastemperaturen in Gang setzt. Weiter kann die Überdosierung so gewählt sein, daß das Reduktionsmittel im brennraumnahen Katalysator abbrennt und die dadurch 15 gesteigerte Abgastemperatur dem früheren Erreichen der Anspringtemperatur des brennraumfernen Katalysators 4 dient. Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß der vordere bzw. brennraumnahe Katalysator 3 zur Aufbereitung des stromauf eingedüsten Reduktionsmittels, bei einem Dieselmotor 1 vorzugsweise Dieselkraftstoff, für den hinteren Katalysator 4 zur Voroxidation und zum Homogenisieren und Verdampfen genutzt ist.

Eine hinsichtlich besonders effiziente Aufbereitung des Reduktionsmittels im Abgas besonders vorteilhaft 25 ausgebildete und angeordnete Dosiereinrichtung 5 stromauf des brennraumnahen Katalysators 3 ist mit der Wahl einer das Reduktionsmittel dem in jedem Brennraum bzw. Zylinder 9 der Brennkraftmaschine 1 vorhandenen Abgas zuführenden Einspritzdüse 10 erreicht. Zur Vermeidung gesonderter Einspritzdüsen 10 sind für 30 die arbeitsspieelseitige Kraftstoffzumessung jedes Zylinders 9 vorgesehene Hochdruck-Einspritzdüsen mit gesteuerter/geregelter Nach-Einspritzung gewählt, die bei elektronischer Steuerung/Regelung auch getaktet sein 35 kann.

Um weiter die Bedingungen für eine optimale Konversion der Abgas-Schadstoffe der Brennkraftmaschine 1 in einem Fahrzeug insbesondere im Teillast-Fahrbereich zu verbessern, ist in der Steuereinrichtung 7 zusätzlich zur Steuerung der Dosiereinrichtungen 5 und 6 eine Steuerung für eine Lastpunkt-Verschiebung zur Anpassung der Abgastemperatur T_3 bzw. T_4 an den Arbeitstemperaturbereich des jeweiligen Katalysators 3 bzw. 4 integriert. Bei einer beispielsweise mit einem 45 Automatik-Getriebe 12 verbundenen Brennkraftmaschine 1 wird hierfür das Getriebe 12 über die Steuereinrichtung 7 in einen längeren, drehzahlsenkenden Gang geschaltet. Weiter kann die Lastpunkt-Verschiebung auch mittels CVT-Getriebe, geregelter Wandlerkupplung oder durch Zylinderabschaltung bewirkt sein. Weiter kann die Abgastemperatur durch Luftmassendurchsatzveränderung vorzugsweise mittels Abgasturbolader mit variabler Geometrie, ferner durch Ansaugluftdrosselung, Ladedruckabregelung und Ansaugluftvorwärmung erhöht werden. Weitere Maßnahmen zur Erzielung oder Aufrechterhaltung eines hohen Abgastemperaturniveaus sind der Einsatz wärmedämmender Einrichtungen, wie beispielsweise motorseitig vorgesehene Portliner und/oder eine abschnittsweise Abdækung der Abgasanlage.

Patentansprüche

- Katalysator-Anordnung zur Reduktion von Stickoxiden in sauerstoffhaltigen Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselmotor
— umfassend in Abgasströmungsrichtung beabstandet angeordnete Katalysatoren mit u. a.

unterschiedlich temperaturabhängigen Konvertierungsgraden, und
 — mindestens eine stromauf eines der Katalysatoren vorgesehene Dosiereinrichtung für ein dem Abgas zuführbares Reduktionsmittel,
 dadurch gekennzeichnet,
 — daß entsprechend relativ stark unterschiedlichen Abgaseintrittstemperaturen (T_3, T_4) beabstandet angeordneten, oxidierenden und reduzierenden Katalysatoren (3, 4) von verschiedenartigem Aufbau und unterschiedlichen Raumgeschwindigkeiten voneinander unabhängig ansteuerbare Dosiereinrichtungen (5, 6) zugeordnet sind, und
 — daß der eine relativ hohe Raumgeschwindigkeit aufweisende Katalysator (3) nach Art eines Start-Katalysators brennraumnah angeordnet ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 — daß der brennraumnahe Katalysator (3) einen mindestens einem Edelmetall-Katalysator entsprechenden temperaturabhängigen Konvertierungsgrad und
 — daß der brennraumfern beabstandete Katalysator (4) einen etwa einem im wesentlichen edelmetallfreien Katalysator entsprechenden temperaturabhängigen Konvertierungsgrad aufweist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der brennraumnahe Katalysator (3) als Start-Katalysator, insbesondere als Metallträger-Kat mit platinhaltiger Beschichtung gewählt ist.

4. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der brennraumferne Katalysator (4) zeolith-haltig ist.

5. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosiereinrichtungen (5, 6) mittels eines Kennfeldes (11) und/oder mittels Betriebsparameter gesteuert sind.

6. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
 — daß die dem brennraumnahen Katalysator (3) zugeordnete Dosiereinrichtung (5) zusätzlich für Überdosierungen ansteuerbar ist, die
 — gegebenenfalls sich mit der Dosierung des brennraumfernen Katalysators (4) überschneidet.

7. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosiereinrichtung (5) stromauf des brennraumnahmen Katalysators (3) als eine das Reduktionsmittel (z. B. Kraftstoff) dem im Brennraum (Zylinder 9) der Brennkraftmaschine (1) vorhandenen Abgas zuführende Einspritzdüse (10) gewählt ist.

8. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Einspritzdüse (10) eine Hochdruck-Einspritzdüse mit gesteuerte/ge-regelter Nach-Einspritzung gewählt ist.

9. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Steuereinrichtung (7) zusätzlich zur Steuerung der Dosiereinrichtungen (5, 6) eine Steuerung zur Lastpunkt-Verschiebung für die Anpassung der Abgastemperatur an einen optimalen Arbeits-Temperaturbereich des Katalysators (3, 4) integriert ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl.⁶:
Offenlegungstag:

DE 44 40 833 A1
F 01 N - 3/10
8. Februar 1998

